Bibl.
33

NUOVI STUDI
DELLA
STAZIONE CHIMICO - AGRARIA SPERIMENTALE DI UDINE

PUBBLICAZIONE N. 59 145/c

STUDI SULLA FERTILITA' DEI TERRENI
DELLA REGIONE MONTUOSA FRIULANA

ALVISE COMEL

I TERRENI DERIVATI DAI SUBSTRATI ARGILLOSCISTOSI DELLE ALPI CARNICHE

NUOVI STUDI
DELLA
STAZIONE CHIMICO - AGRARIA SPERIMENTALE DI UDINE

PUBBLICAZIONE N. 59

STUDI SULLA FERTILITA' DEI TERRENI
DELLA REGIONE MONTUOSA FRIULANA

ALVISE COMEL

I TERRENI DERIVATI DAI SUBSTRATI ARGILLOSCISTOSI DELLE ALPI CARNICHE

Fondazione per i Problemi Montani
dell'Arco Alpino - Pubblicazione n. 50

ARTI GRAFICHE FRIULANE UDINE 1963

I TERRENI DERIVATI DAI SUBSTRATI ARGILLOSCISTOSI DELLE ALPI CARNICHE [1])

La grande formazione argilloscistosa del Neocarbonifero, che costituisce la parte principale del settore carnico della *Catena Carnica,* ossia di quel lungo allineamento montuoso che con decorso orientato da ponente a levante chiude a settentrione il Friuli, desta particolare interesse per l'agricoltura.

Nota ai geologi nella sua costituzione litologica essenziale è rimasta fino ad oggi pressochè sconosciuta all'agricoltore per tutto quanto riguarda le sue caratteristiche chimiche e fertilizzanti nei riguardi della vegetazione che qui si sviluppa con particolare vigoria di boschi e di pascoli.

Continuando il nostro programma di studi concordato con la Fondazione per i problemi montani dell'Arco Alpino, presieduta dal chiar.mo prof. Claudio Antoniani, direttore dell'Istituto di Chimica agraria dell'Università di Milano, abbiamo rivolto le nostre ricerche su questo vasto lembo di territorio alpino nell'intento di ricavarne le notizie fondamentali sulle caratteristiche chimiche più importanti per l'agricoltura.

In questo caso ha costituito oggetto di particolare attenzione pure la composizione chimica degli scisti stessi, sia in qualità di rocce madri del terreno, sia perchè in queste regioni montuose accidentate e a forte denudamento dell'epitelio terroso è spesso la roccia stessa che sostiene ed alimenta le piante, specie quelle arboree, che profondamente insinuano le loro radici lungo i piani di scistosità del complesso roccioso. A sua volta il terreno stesso contiene forti quantità di sfasciume di scisti che vengono a diretto contatto con le radici delle piante minori.

Il presente studio serve così a porre le basi scientifiche per una razionale sperimentazione agraria in questo territorio montano, tanto importante per l'economia friulana.

---

[1]) Studio eseguito con contributi del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

GENESI E SIGNIFICATO PALEOPEDOLOGICO DELLA SEDIMENTAZIONE CARBONIFERA

Durante il Devoniano sulle terre emerse che si profilavano nelle vicinanze di quella regione che poi avrebbe costituito l'Alta Carnia dovevano ormai stendersi vaste, sebbene ancora primitive, foreste, costituite in prevalenza da felci associate ad equisetine ed a licopodine, le quali cominciavano a svolgere la loro importante funzione nei riguardi della pedogenesi e della litogenesi. Le piogge non battevano più direttamente sul terreno, ma su una massa di vegetali che ne attenuava l'impeto convogliando poi per mille vie le acque finemente suddivise alla superficie del suolo. Qui giunte molto probabilmente non venivano ancora a contatto diretto col terreno, ma con una copertura organica in fase di decomposizione che le assorbiva e le smaltiva lentamente in profondità, ove compivano il loro lavoro pedogenetico. Così mentre le sostanze più solubili dell'alterazione delle rocce venivano asportate con le acque di drenaggio, la parte più resistente all'intacco restava in posto protetta dal manto vegetale contro l'erosione. Le grandi arterie fluviali che attraversavano i continenti emersi recavano di conseguenza al mare acque relativamente limpide, prive o quasi di materiali di torbida; ricche, invece, di sali di calcio, di magnesio, di potassio, di sodio e spesso pure anche di silice. Mentre i termini più solubili rimanevano in soluzione, quelli più facilmente precipitabili, o comunque fissabili, quali il calcio ed il magnesio, tendevano a separarsi e a depositarsi sul fondo dei mari, sia per processi chimici, sia per azione biologica.

Così deve essere avvenuto durante il Devoniano; miliardi di tonnellate di elementi salini e calcarei venivano convogliati al mare permettendo l'accumulo di quelle ingenti masse calcaree che superavano in certi punti il migliaio di metri di spessore, come ad esempio si osserva nel gruppo del Monte Coglians.

Evidentemente in pari tempo una imponente massa di sostanze terrose, costituenti la fase residuale dell'alterazione delle rocce, si accumulava sulla terraferma pronta ad essere utilizzata per una nuova serie di sedimenti clastici al primo manifestarsi di una fase di ressistasi [1]). Fase cioè, in cui cause perturbatrici modificando l'ambiente, ed in genere un lungo periodo di equilibrio fito-pedoclimatico, determinava pure una rarefazione o scomparsa della foresta protettrice,

---

[1]) Parola derivata, dal greco, *rexis,* rompere, e *stasis,* stabilità. (ERHART, H., *La genèse des sols en tant que phénomène géologique.* Paris, 1956 (pag. 12).

COMEL, A., *Paleopedogenesi e sedimentologia in Friuli.* Pubbl. N. 1 dei « Nuovi Studi della Stazione chimico-agraria sperimentale di Udine ». Udine, 1956.

dando inizio ad una fase di erosione durante la quale veniva asportato il mantello terroso accumulato nel corso dei secoli. Le acque fluviali ringiovanite dai movimenti orogenici, acquistando maggior impeto, trasportavano allora copioso materiale che dava origine, secondo i casi, a sedimenti di natura argillosa, spesso rossi, od arenacea, parimenti spesso di colore rosso, ed anche conglomeratica.

Effettivamente durante il Carbonifero inferiore aveva inizio quel complesso di movimenti orogenici che doveva dar origine alla catena paleocarnica ed alla sua emersione in seguito ad un pronunciato corrugamento dei sedimenti siluriani e devoniani. Essa subiva in seguito un'intensa denudazione ed alla fine del Carbonifero medio una fase di sommersione e di rivestimento coi sedimenti neocarboniferi, che venivano pertanto deposti su questi strati silurico-devonici piegati ed erosi [1]. In pari tempo eruzioni, probabilmente sottomarine o a fior d'acqua, riversavano magmi, che, consolidandosi, davano luogo a porfiriti, a diabasi, spiliti e tufi, che poi, a causa di intensi corrugamenti, appariranno come masse sradicate in seno agli scisti.

La sedimentazione del Carbonifero superiore, come oggi ci appare, si sviluppa con una potenza di 500-1000 metri su tutta l'Alta Carnia; a mezzogiorno raggiunge un allineamento che dal gruppo del Paralba giunge a Comeglians, da dove prosegue per Ravascletto e Paluzza al M. Pizzul; riprende indi nel bacino del Fella nelle plaghe del M. Corona del M. Osternig.

Predominano argilloscisti per lo più lucidi, quarzoso-micacei a grana molto fine, in prevalenza con tinte scure (grigiastre, brune e nere). Vi si intercalano, ove più, ove meno frequenti, brecce e brecciole ad elementi silicei neri misti ad altri quarzosi bianchi; puddinghe quarzose ed arenarie silicee e quarzoso micacee che non di rado passano ad arenarie tufacee ed a tufi connessi con rocce eruttive.

La pedogenesi nella zona argilloscistosa

L'argilloscisto sotto l'influenza degli agenti atmosferici lentamente si disgrega e dà origine ad un terreno argilloso. Normalmente però, a causa della continua lenta erosione esercitata dalle acque di dilavamento che scendono a guisa di velo i declivi montani, oppure di quella più intensa dovuta alle acque di scorrimento superficiale, il terreno formatosi tende ad essere rimosso dal posto della sua formazione, e nuova roccia viene esposta all'azione degli atmosferili. Specialmente le

---

[1]) Gortani, M., *I bacini della But, del Chiarsò e della Vinadia in Carnia.* Pubbl. N. 104 dell'Uff. Idrogr. del Magistrato alle Acque. Venezia, 1920.

parti più sottili del terreno vanno perdute per costituire prima o poi le torbide dei ruscelli e, successivamente, quelle dei maggiori torrenti che affluiscono al Tagliamento, il grande collettore delle acque della Carnia, che poi le trasporta lontano nella pianura e al mare.

Il materiale che resta più lungamente fermo sulle pendici della montagna subisce a sua volta gli effetti delle precipitazioni meteoriche e degli altri fattori pedoclimatici. Il clima, pur presentando variazioni secondo l'ubicazione geografica, ed in modo particolare coll'altitudine, nel suo complesso è freddo e umido. L'acqua che si infiltra nel terreno, quando la permeabilità lo consenta, compie un diuturno lavoro di lisciviazione con asporto delle basi e con una progressiva acidificazione del terreno.

In questo processo di alterazione che in pari tempo è lavoro di pedogenesi, possiamo distinguere prodotti che si formano dai minerali primari eventualmente ancora presenti, e prodotti che scaturiscono dai minerali da loro derivati, sia di nuova formazione, sia di più antica età, in quanto ereditati con l'originaria sedimentazione argillosa. Anche essi possono infatti ulteriormente modificarsi ed alterarsi degradando, od evolvendo, secondo le leggi dei fattori pedoclimatici attualmente in atto e con i quali la sostanza minerale tende a porsi in equilibrio.

Dalle miche, ad esempio, attraverso vari stadi di sostituzione e di demolizione si può giungere alla formazione di illiti; da minerali feldspatici si possono pure generare minerali secondari di tipo micaceo e caolinitico. A lor volta illiti già presenti nel terreno possono degradare e perdere gran parte del loro potassio costituzionale; montmorilloniti, eventualmente presenti, possono perdere la maggior parte dei cationi basici adsorbiti sostituendoli con idrogeno per poi, sorpassato un dato limite, subire la scomposizione dei propri reticoli cristallini.

Viceversa caoliniti eventualmente presenti, tendono a conservarsi più a lungo in questo mezzo leggermente acido e povero di basi, perché di per sè favorevole alla loro formazione; pertanto con la progressiva demolizione degli altri meno adatti a resistere in un mezzo a loro improprio, tenderanno a concentrarsi nel terreno fino anche ad assumere un carattere di netta predominanza.

Elemento accessorio, ma agrariamente non meno importante, è un progressivo aumento della sostanza organica nel suolo, specie coll'elevarsi dell'altitudine.

Questa sostanza organica non trovando nel terreno una quantità di basi sufficiente per saturare la sua natura acida, impartirà o accentuerà tale carattere al terreno con tutte le conseguenze che ne derivano.

Come vedremo, però, al di sotto dei 1000 metri essa è piuttosto scarsa, e, qualora presente, spesso non in modo chiaramente visibile, sì da far ritenere molto più poveri, sotto questo riguardo, terreni che in effetti non sono tali. Questo fenomeno che interessa anche terreni

situati a maggiori altitudini, va quassù attenuandosi per una maggiore compartecipazione di sostanze umifere nerastre che fanno maggiormente percepire il senso della ricchezza organica del terreno.

Fra i 1500 ed i 2000 metri si accentua la compartecipazione della sostanza organica del terreno fino anche a superarne il 20%. Ma la sua distribuzione non è uniforme e molto ne risente da un complesso di circostanze locali, o particolari.

INDUZIONI SULLA COMPARTECIPAZIONE DEI VARI TIPI DI MINERALI DELLA ARGILLA NEI TERRENI DERIVATI DAGLI ARGILLOSCISTI CARNICI

In attesa che gli specialisti se ne occupino e ne determinino con esattezza la loro natura, desidero qui aprire la via a queste ricerche con alcune considerazioni teoriche.

Evidentemente in un primo tempo, ossia finchè il terreno si trova ancora allo stato iniziale della sua genesi, rappresentando, cioè, in modo prevalente lo sfatticcio roccioso, la natura dei minerali dell'argilla presenti nel terreno dovrà coincidere, in gran parte almeno, con quella dei minerali di questo genere posseduti dalla roccia madre.

Essa a sua volta li ha ricevuti in gran parte col materiale terrigeno convogliato dai corsi d'acqua che allora solcavano i continenti emersi ed erodevano la loro superficie esposta all'azione degli atmosferili, che ne alterava la compagine minerale in un processo di paleopedogenesi.

La natura del materiale che costituisce gli argilloscisti carnici ci dice che essi sono stati costituiti da un detrito sottile, magro, spogliato dai suoi originari costituenti basici e ridotto pertanto ad uno scheletro siliceo con pochi minerali accessori più resistenti, in modo particolare da miche. I geologi, infatti, lo classificano quale materiale quarzoso-micaceo, come già si è detto. Un tanto ci dice però che questo tipo di pedogenesi è stato favorevole alla formazione di minerali dell'argilla di tipo caolinitico. E' molto probabile dunque che la loro compartecipazione possa essere, o lo sia stata in origine, elevata.

Abbiamo detto che « lo sia stata » perchè, sebbene le idee degli studiosi non siano concordi su quanto stiamo ora per dire, sembra che col trascorrere dei millenni la caolinite abbia avuto la tendenza a trasformarsi in altri minerali, per lo più di tipo micaceo; per il che nei sedimenti molto antichi essa avrebbe la tendenza a scomparire o per lo meno a diminuire la sua presenza [1]).

---

[1]) GRIM, R.E., *Clay mineralogy*. New York, 1953. Pag. 357.

Scarsa dovrebbe essere pure la compartecipazione dei minerali di tipo montmorillonitico per le poco favorevoli condizioni offerte alla loro formazione, sia nell'originario ambiente continentale, ove l'acidificazione del suolo, conseguente all'intenso dilavamento subito dai terreni, ne avrebbe provocata la sua progressiva scomparsa; sia nel mezzo di sedimentazione evidentemente povero di elementi basici necessari alla sua formazione.

Ma un'altra considerazione potrebbe opporsi alla possibilità di una compartecipazione dei minerali di tipo montmorillonitico in questi scisti del Paleozoico. Sarebbe infatti stato accertato che essi sarebbero molto scarsi nei sedimenti antichi risalenti al Paleozoico; e si sarebbe voluto vedere la causa di tale rarefazione, od assenza, in una loro trasformazione, maturatasi nel corso dei millenni in seno al sedimento stesso, in altri minerali, per lo più del tipo micaceo.

Più precisamente la montmorillonite (o altri minerali di questo gruppo) avrebbe perduto in modo definitivo l'acqua interposta fra i singoli elementi ternari costituenti il cristallo, ed avrebbe inoltre fissato nel suo reticolo ioni potassio (e magnesio) forniti in abbondanza dalle soluzioni circolanti arricchitesi di questo elemento in seguito a processi di alterazione di minerali potassiferi, per lo più di origine feldspatica.

Tale concezione, tuttavia, non avrebbe trovato unanime consenso fra gli studiosi, volendosi ritenere più probabile che l'eventuale povertà di minerali montmorillonitici in questi antichi sedimenti possa esser dovuta più semplicemente al fatto che le condizioni per la loro formazione in questi antichi periodi della Terra non siano state ad essi favorevoli. Presenza di montmorillonite, infatti, sarebbe stata accertata anche in sedimenti antichissimi risalenti al Siluriano ed al Cambriano [1]).

Ciò nonostante è ancor pur sempre valida la constatazione della relativa scarsezza dei minerali montmorillonitici nei sedimenti del Paleozoico in confronto con quelli delle Ere più recenti quali il Mesozoico ed il Terziario; ed un tanto ha per noi un valore che non può essere sottovalutato.

Maggiori possibilità di successo spetta invece alla presenza dei minerali di tipo micaceo, ossia di quel gruppo di minerali dell'argilla che trattengono negli spazi infrareticolari potassio, che collega fra loro così saldamente i due attigui elementi ternari del cristallino del minerale dell'argilla, da ostacolarne la rigonfiabilità e la sua rimozione per effetto di scambio cationico.

La presenza di miche negli argilloscisti carnici è un fatto notorio;

---

[1]) WEAVER, C.E., *A discussion on the origin of clay minerals in sedimentary rocks*. Clays and Clay Minerals. 1958. Washington.

meno quella delle illiti, delle vermiculiti e di altri minerali del tipo micaceo. Si sa tuttavia che le illiti sono molto comuni nelle rocce sedimentarie marine ed in modo particolare in quelle scistose ove costituirebbero il 50-100% dei minerali dell'argilla in esse contenuti. Illiti possono giungere al mare dai continenti anche allo stato degradato per poi ripristinare qui il loro reticolo; illiti possono formarsi direttamente per ricomposizione di frammenti di reticoli andati distrutti nella pedogenesi terrestre; illiti possono formarsi nell'ambiente marino anche per diagenesi da altri minerali dell'argilla, come lo dimostrano gli studi di GRIM, DIETZ e BRADLEY (1949) [1]). Essi infatti conclusero che nell'ambiente marino la caolinite per influsso di altri ioni può soggiacere a lente trasformazioni che la mutano in minerali illitici o cloritici. Per quanto poi riguarda la possibilità della trasformazione di minerali montmorillonitici in illite già si è accennato in precedenza.

In base a tutte queste considerazioni si può concludere essere molto probabile che negli argilloscisti carnici, e nei terreni derivati dal loro più immediato disfacimento, prevalgano minerali dell'argilla di tipo illitico accanto a una certa quantità di caolinite.

Quanto esposto vale ad interpretare la ricchezza di potassa solubile in acido cloridrico che caratterizza gli argilloscisti carnici, specie quelli di tipo più argillaceo.

Quale sorgente di tale potassa solubile non possono, evidentemente, esser presi in considerazione i consueti più specifici minerali primari potassiferi, quali l'ortoclasio e sue varietà sanidino e microclino, oppure le miche bianche (muscovite), a causa della nota resistenza e pratica inintaccabilità da parte dell'acido cloridrico, pur non volendo escludere che allo stato di finissima suddivisione un certo loro contributo alla potassa solubile possa non essere del tutto trascurabile.

La nostra attenzione si rivolge pertanto ai minerali potassici più facilmente intaccabili, quali la biotite, e soprattutto a quelli di formazione secondaria costituenti le argille e fra questi sui termini più tipicamente potassiferi che caratterizzano il gruppo micaceo.

Vanno, infatti, esclusi i minerali appartenenti al gruppo della caolinite, anzitutto perchè essi non sono potassiferi, poi perchè essendo dotati di minimo potere adsorbente e di scambio poca potassa possono trattenere nella loro sfera ionica di adsorbimento.

A lor volta scarso valore rivestono sotto quest'aspetto i componenti del gruppo montmorillonitico per non contenere neppur essi potassio costituzionale. Il loro possibile contributo, tuttavia, potrebbe

---

[1]) WHITEHOUSE, U.G.-MC CARTER, R.S., *Diagenetic modification of clay mineral types in artificial sea water*. Clays and Clay Minerals. 1958. Washington.

essere maggiore di quello offerto dal gruppo della caolinite, per la possibilità di trattenere una certa quantità di potassio in forma adsorbita nella schiera degli ioni trattenuti sulle superfici esterne del cristallo, sia, soprattutto, su quelle interne, fra le maglie del reticolo, in considerazione della loro possibilità di distanziarsi e di accogliere e trattenere in tal modo una maggiore quantità di cationi, fra i quali, pure quelli del potassio.

Sulla compartecipazione dei minerali montmorillonitici, tuttavia, in attesa che l'esame diretto ne confermi o ne escluda la presenza e la loro eventuale entità, grava, in linea di principio, la pregiudiziale già precedentemente esposta. Al riguardo, però, si potrebbe pensare che le cospicue masse di rocce eruttive basiche che attraversano la formazione argilloscistosa carnica avrebbero potuto determinare un ambiente particolarmente favorevole alla formazione di minerali di tipo montmorillonitico. Ma non sappiamo ancora con precisione se esse sono state contemporanee alla sedimentazione degli argilloscisti, o successive, incuneandosi fra essi. E' evidente che in quest'ultimo caso il loro influsso non potrebbe essere che accidentale.

Per esclusione si arriva così ad una fondata supposizione che i minerali dell'argilla presenti negli scisti carnici siano in gran parte di tipo micaceo o micaceo-cloritico, ed in modo prevalente illite.

Caratteristiche dei campioni prelevati

Una prima cognizione delle caratteristiche litopedologiche degli argilloscisti neocarboniferi della Carnia può essere acquistata con l'esame dei campioni prelevati e che ora passeremo in rassegna.

L'esplorazione del settore carnico occidentale è stata effettuata lungo la strada che congiunge Comeglians a Forni Avoltri nella valle del torrente Degano; successivamente risalendo la valle del Rio Morareto, affluente del Degano, portandoci fino al Rifugio Marinelli situato vicino allo spartiacque coll'attiguo bacino del But.

I primi campioni sono stati prelevati un chilometro circa oltre Comeglians entro la valle del Degano, a 600 m s.m., rimpetto al paese di Mieli.

Il campione N. 1 rispecchia un complesso di scisti di colore grigio scuro, e talora nerastro per ricchezza di sostanze bituminose; facilmente sfaldabili, si scindono in lunghe scaglie piatte che si dissolvono in terriccio. Sono attraversati da grosse vene di calcite. Questi scisti sono infatti i più ricchi di calcare di quanti abbiamo prelevato. Il contenuto in carbonati, in fortissima prevalenza di calcio, oscilla sul 20%.

Le vene di calcite che li attraversano, sono effettivamente costituite da calcite quasi pura. Analizzate, per appurarne la costituzione, hanno dato i seguenti risultati: Residuo insolubile in acido cloridrico concentrato e bollente, 0.41%. Fra le sostanze solubili in detto acido si hanno: Ossido di calcio, 55.44%; ossido di magnesio, 0,32%; ossidi di ferro e di alluminio, 1.06%; anidride solforica, tracce; anidride carbonica, 43.24%. La quantità di carbonato di calcio ammonta pertanto a ben 98%.

La composizione chimica dello sfatticcio dello scisto pone in evidenza come durante il processo di alterazione, la roccia madre abbia perduto molto della sua ricchezza in carbonati. Nel campione prelevato, infatti, essi scendono a circa 4%. Aumentano, di conseguenza, indirettamente, le altre sostanze.

Mentre il contenuto in potassa in questi terreni resta sui consueti valori (0.21%), quello in fosforo si dimostra eccezionalmente alto, circa 9 per mille.

Un altro campione di roccia scistosa (N. 2) è stato prelevato un centinaio di metri più a nord, in contrada Valtions, all'incirca alla stessa altitudine, lievemente maggiorata. E' di colore grigio violaceo, lievemente verdognolo, con qualche venatura bianca.

L'analisi eseguita su un pezzo privo di queste vene, ci offre la fisionomia che vedremo essere la più comune per gli argilloscisti carnici: pratica assenza di carbonati, bassissime percentuali di calcio e di magnesio, forte prevalenza del ferro sull'alluminio (solubili in acido cloridrico concentrato e bollente) alta percentuale di residuo insolubile in detto reattivo, bassa perdita a fuoco.

Il terzo campione (N. 3) lo si è preso poco oltre, fra Valpiceto e Magnanins, a circa 750 m di altitudine.

Il complesso scistoso qui ha l'aspetto di essere in fase di alterazione. Una patina ocracea riveste le superfici di scistosità e lo scisto tende a scindersi in scaglie prismatiche per fratture normali al piano di scistosità. Si ha inoltre l'impressione che esso sia commisto a materiali tufacei di origine eruttiva, il che verrebbe accentuato dai risultati dell'analisi chimica. La roccia contiene, infatti, una considerevole quantità di basi alcalino terrose non tutte in qualità di carbonati, notandosi una considerevole eccedenza rispetto alla quantità che potrebbe essere legata dall'anidride carbonica, e pertanto presenti in altre forme quasi certamente di silicato.

Alte sono poi pure le percentuali di ferro solubile in acido cloridrico, non completamente attribuibili alle venuzze limonitiche che attraversano lo scisto.

Lo sfatticcio terroso che riposa su queste rocce presenta una decalcificazione quasi completa, un forte aumento del residuo insolubile,

ed una composizione non strettamente connessa con quella della roccia sottostante, in quanto che diversi dovrebbero essere i rapporti proporzionali fra entrambi.

Un altro prelevamento (N. 4) è stato fatto un chilometro circa a NW di Rigolato a 750 m di altitudine.

Il complesso scistoso si presenta qui fortemente raddrizzato. L'epitelio terroso è quasi assente e gli abeti del bosco radicano direttamente sulla roccia.

Allo stato fresco, inalterato, lo scisto è durissimo, granuloso, e difficile a spaccarsi. La scistosità è molto evidente, ma così tenacemente aderente all'insieme che il tutto costituisce una massa molto dura e compatta. Questi piani di scistosità, tuttavia, rappresentano pur sempre i punti più sensibili del complesso, che più facilmente vengono intaccati dalle acque di infiltrazione e che determinano col tempo una perdita di coesione sì da scomporre la roccia in tante scaglie che si staccano secondo piani subparalleli; similmente a quanto si ottiene in modo più rapido in seguito ad energica percussione.

Quando lo scisto si trova in fase di alterazione lungo i piani di scistosità le acque circolanti depongono spesso calcite e limonite.

Un frammento di questo scisto impregnato di sostanza limonitica ha palesato la seguente composizione chimica: Residuo insolubile in acido cloridrico concentrato e bollente, 60.71%. Fra le sostanze solubili in detto reattivo, ossido di calcio, 2.54% (in forma di compenetrazioni calcitiche); ossido di magnesio, 0.79%; ossido di ferro, 20.88%; ossido di alluminio, 0.08%; ossido di manganese (MnO) 3.07%; anidride solforica, tracce. Un tanto documenta quindi la natura limonitica della patina ocracea che riveste e si accumula nelle fessure di questi scisti quale materiale in evidente dipendenza dei normali processi di alterazione delle rocce in queste contrade e del relativo indirizzo pedogenetico.

Le caratteristiche chimiche dello scisto inalterato sono quelle che vedremo pure diffuse negli altri scisti di questo tratto di valle del Degano e delle zone vicine. Forte è la percentuale del residuo insolubile in acido cloridrico, e pertanto la compartecipazione della silice e dei silicati insolubili; piccolissimo è il contenuto in basi alcalino-terrose solubili in detto reattivo, qui presenti in gran parte allo stato di carbonati; minima è la quantità di solfati, considerevole quella di potassa e di fosforo.

Il terreno, ossia lo sfatticcio terroso, che qua e là si raccoglie negli avvallamenti della superficie del suolo, ha nel suo insieme tinte giallastre o brunicce. In apparenza la sostanza organica è scarsa, si accumula qua e là sotto alle cotiche erbose rade del sottobosco, senza riuscire a conferire al terreno le apparenze di essere considerevolmente umifero od organico.

Un chilometro più avanti, nelle vicinanze del Ponte di Lans, alla stessa altitudine, affiorano argilloscisti con vario aspetto, compattezza e tenacità, ed evidente si manifesta la variazione dell'originaria sedimentazione che doveva determinare l'alternanza di scisti lapidei, duri e compatti con altri più friabili e più facilmente sfaldabili.

Il campione N. 5 rispecchia uno scisto fogliettato, di colore grigio scuro, con superfici lucide, a grana sottilissima, argillosa, che si scinde molto facilmente in scaglie lastriformi anche sottilissime.

Il campione N. 6, invece, rispecchia uno scisto durissimo e tenacissimo, di colore grigio scuro e nerastro, granuloso, simile a quello illustrato in corrispondenza del N. 4. In fase di alterazione anche qui si allentano i legami di coesione lungo i piani di scistosità e lo scisto si scinde in scaglie le quali sono un po' friabili solo sulla superficie esterna, mentre nel loro interno mantengono ancora una considerevole freschezza. L'alterazione della roccia dimostra così di trovare particolare resistenza ad espandersi in senso laterale ai piani di scistosità.

Le caratteristiche chimiche sono simili a quelle precedentemente segnalate, ossia alta percentuale di residuo insolubile in acido cloridrico concentrato e bollente, povertà di basi alcalino-terrose solubili, ricchezza di potassa e relativamente di fosforo. La maggiore quantità di residuo insolubile del N. 6 in confronto a quella del N. 5 sta molto probabilmente in relazione con una maggiore compartecipazione di elementi finemente sabbiosi. Si associa a questa caratteristica quella del diverso contenuto in sesquiossidi ferroalluminici.

Il terreno prelevato in corrispondenza dell'argilloscisto N. 5 è bruno giallastro; bruno più per la compartecipazione delle minute scagliette brune in cui si dissolve lo scisto, che non per una colorazione impartita dalla sostanza organica, nonostante quest'ultima sia molto alta aggirandosi sul 10%. Le sue caratteristiche chimiche sono molto simili a quelle della roccia madre (osservate sul terreno privo di sostanza organica ed acqua igroscopica); ha acquistato, invece, una piccola quantità di carbonati evidentemente portati dalle acque circolanti o di scorrimento superficiale.

Nello sfatticcio del N. 6 ciò che più colpisce è l'elevatezza della perdita a fuoco costituita, come è noto, in prevalenza dalla sostanza organica, dall'anidride carbonica, dall'acqua igroscopica e da quella di costituzione. Specialmente quest'ultima deve esser qui molto alta in considerazione delle alte percentuali di sesquiossidi solubili. Togliendo infatti dal valore della perdita a fuoco l'acqua igroscopica (4%) e la sostanza organica (circa 5%), nonché la trascurabile quantità di anidride carbonica, resta circa il 7% per l'acqua di idratazione.

Alta parimenti è la percentuale di potassa solubile negli acidi forti e concentrati; così pure è notevole quella del fosforo, che supera l'uno per mille di anidride fosforica. La reazione è subacida: pH 6.2.

Un ultimo campione prelevato in Val Degano proviene dalla zona situata fra Sigiletto e Frassenetto, a circa 1000 m di altitudine. Si tratta di un argilloscisto nerastro con venuzze limonitiche. La roccia presenta sostanzialmente la stessa composizione di quella illustrata al N. 6.

Nè diversa è la composizione degli argilloscisti che fiancheggiano la Val Morareto, percorsa dall'omonimo rio affluente del Degano proveniente dalla zona di confine del Pic Chiadin e che poi gli affluisce col nome di R. Fulin a sud di Sigiletto.

Uno di essi (N. 8) è stato prelevato nell'Alta valle del Rio Morareto, a circa 1500 m di altitudine. E' nerastro, con lucentezza sericea, a grana sottile e con venature limonitiche.

I versanti montani sono boscati (abeti) e nel sottobosco fruttificano i mirtilli. I terreni sono umiferi.

L'altro campione (N. 9) è stato tolto a circa 1700 m di altitudine vicino alla Casera Morareto ed al Piano dei Buoi. E' un argilloscisto fogliettato di colore grigio, pur esso con venuzze limonitiche. La zona è rivestita da rado bosco e da pascoli.

Il terzo campione (N. 10) proviene dalla Forcella Morareto, vicino al Rifugio Marinelli, ad oltre 2000 metri di altitudine. E' uno scisto grigio, tipico, con facile sfaldatura. Fra i foglietti sono frequenti esili depositi limonitici. L'area è pascoliva.

Tutti tre questi argilloscisti hanno una composizione molto simile e comune agli altri del settore situato a monte di Rigolato, e precisamente: Alta percentuale di residuo insolubile in acido cloridrico concentrato e bollente, assenza di carbonati, quantità piccolissime di basi alcalino-terrose, potassa solubile sensibilmente elevata e così pure l'anidride fosforica.

Le caratteristiche dei terreni a queste altitudini sono molto interessanti. I campioni prelevati nella zona corrispondente ai N.i 9 e 10 rispecchiano tanto il suolo quanto il relativo sottosuolo, intendendo per « suolo » lo strato superiore di circa 10 cm di spessore, e per « sottosuolo » quello sottostante, pure di circa 10 cm, costituito per lo più da sfatticcio di scisti, che rappresenta la transizione alla roccia madre.

I terreni situati in corrispondenza dei pascoli adiacenti alla Casera Morareto (N. 9 suolo e sottosuolo) si presentano per lo più con veste di colore grigio, commisti di una certa quantità di frammenti di scisti scuri. Quest'ultimi abbondano nel sottosuolo.

E' difficile poter fare un preciso confronto fra le sostanze contenute dal terreno e quelle degli scisti sui quali esso riposa, perché non sempre vi è una diretta dipendenza genetica e perchè nella stessa massa scistosa si possono riscontrare sensibili variazioni di composizione.

Volendo ciò non ostante eseguire un confronto comparativo fra la composizione dello scisto e quella del terreno si rileva come in genere le differenze di composizione non siano rilevanti. Si notano lievi perdite di basi alcaline (potassio) e di quelle alcalino-terrose, più sentite per il magnesio che per il calcio. Lo stesso dicasi per il fosforo. Più forti sono le differenze (in meno) nei riguardi dei sesquiossidi ferroalluminici. Aumenta, invece, la quantità del residuo insolubile in acido cloridrico concentrato e bollente e con esso il contenuto in silice ed in silicati insolubili.

La bassa percentuale di acqua igroscopica lascia supporre una scarsa compartecipazione di elementi colloidali nella composizione granulometrica elementare del terreno, e che la maggior parte dei sesquiossidi solubilizzati dall'acido cloridrico non si trovi allo stato di idrati, ossia quali prodotti derivati dall'alterazione della roccia, bensì, in prevalenza, in altre forme estratte dallo scisto, o più esattamente dai piccoli frammenti di scisto rimasti incorporati nel terreno.

Rispetto agli elementi fertilizzanti i terreni hanno una buona riserva di potassa ed una discreta quantità di fosforo; difettano invece di calcare, e pertanto è a ritenersi che le calcitazioni debbano recare notevoli vantaggi immediati. La reazione del terreno, infatti, è decisamente acida: pH 5.6.

Facendo ora un confronto fra suolo e sottosuolo si rileva come fra entrambi le differenze non siano sostanziali, ad eccezione della diminuzione del tenore in sostanza organica che si riscontra in profondità. A sua volta l'ulteriore diminuzione della quantità di acqua igroscopica ci conferma nelle induzioni sopra esposte, ossia che la maggior parte dei sesquiossidi ferroalluminici solubilizzati dall'acido cloridrico derivi da un diretto intacco dei minuti frammenti di scisti rimasti incorporati nel terreno.

Da tutto il complesso di osservazioni e di confronti si deduce altresì che il terreno esaminato rappresenta solamente uno sfasciume di scisti nel quale negli orizzonti superiori si è accumulato un po' più di sostanza organica che non in profondità. Si ha dunque l'impressione di trovarsi di fronte a terreni che subiscono un costante depauperamento di particelle colloidali che indubbiamente vanno via via producendosi.

L'altro campionamento di terreno (suolo e sottosuolo) eseguito in corrispondenza del N. 10, ossia vicino alla Forcella di Morareto, ci presenta un terreno che in superficie è organico, nerastro, costituito per oltre un quinto da sostanza organica. Essa coinvolge anche lo sfatticcio del sottosuolo il quale nonostante la sua tinta giallastra contiene circa 8% di sostanza organica.

Esaminando i risultati analitici di questi terreni in confronto con lo scisto prelevato e considerato quale termine di paragone, si nota

come nel processo pedogenetico si abbia una forte lisciviazione delle poche basi alcalino-terrose presenti nella roccia madre. Non deve destare meraviglia se il sottosuolo può apparire più povero del suolo in quanto che un tanto stà in relazione con la forte compartecipazione organica nel livello superiore del terreno che può trattenere queste basi sia in forma di composti di adsorbimento, sia in quella di più specifica costituzione. Le differenze che si notano nel contenuto in sesquiossidi ferroalluminici fra suolo e sottosuolo sono più apparenti che reali. Se, infatti, i valori trovati vengono riferiti a cento parti di sostanza minerale, essi press'a poco si equivalgono; la differenza in meno del livello superiore rispetto a quello inferiore è minima. Non si può dunque parlare di una migrazione dei sesquiossidi in profondità. Rispetto alla roccia madre, invece, qualora si volesse prendere l'alluminio come termine di paragone, si potrebbe rilevare una sensibile perdita di ferro.

Il terreno di Forcella Morareto ci parla dunque di un terreno pur esso in gran parte agli inizi della pedogenesi, ma più evoluto del precedente e con una maggiore differenziazione rispetto alla roccia madre. In questo processo si nota un ulteriore depauperamento di basi alcalino-terrose e di ferro ed un progressivo arricchimento in sostanza organica. Si raggiunge qui il più alto grado di acidità finora riscontrato nei terreni, a normale aereazione e percolazione, della montagna friulana: pH 4.4.

Minore è la quantità di potassa, lievemente maggiore quella del fosforo; estrema povertà, invece, di calcio. Anche in questi terreni, pertanto le calcitazioni sono le più urgenti fra le pratiche di miglioramento da adottarsi.

Gli scisti della valle del But

A complemento dello studio eseguito sulla zona argilloscistosa della Carnia occidentale attraversata dalla valle del Degano, ho ritenuto utile prelevare una serie di campioni di analoghe rocce scistose affioranti nel tratto mediano della Carnia attraversato dal torrente But.

I due primi campioni (N. 11 e 12) rispecchiano rocce situate a nord di Paluzza alla base dei versanti sud-occidentali del gruppo del M. Paularo, a breve distanza l'una dall'altra, lungo la S.S. Carnica Orientale, fra km 18 e 19. Sono rocce durissime, d'aspetto arenaceo, con un colore grigio scuro tendente al verdognolo; hanno qualche venuzza di calcite e piani di scistosità curvi.

Il terzo campione (N. 13) è stato prelevato in destra But sui declivi montuosi del M. Tenchia compenetrati da masse di origine e-

ruttiva. Lo scisto è durissimo, granuloso, di colore grigio verdognolo.

Si sono inoltre prelevati altri tre campioni fra i grossi detriti rocciosi trasportati dal torrente But, provenienti evidentemente dall'alto bacino di questo torrente. Naturalmente la parte analizzata rispecchia quella più interna del frammento roccioso, integra e fresca.

Il N. 14 è un argilloscisto nero, facilmente fissibile.

Il N. 15 è un argilloscisto duro, con lucentezza sericea e di colore grigio scuro.

Il N. 16 è un argilloscisto durissimo, granuloso, di colore scuro verdognolo.

Un ultimo prelevamento è stato fatto nell'alta valle del But presso Muse a sud di Timau. Si tratta di uno scisto grigio giallognolo a grana fine.

Crediamo con ciò di trovare bene rappresentata la serie degli argilloscisti del settore mediano Carnico attraversato dal But.

La composizione chimica di questi scisti è molto simile e può così compendiarsi: assenza, o scarsa presenza, di carbonati [1]; alta compartecipazione del residuo insolubile in acido cloridrico concentrato e bollente; alte percentuali di potassa solubile in detto acido, ed in progressiva diminuzione via via che lo scisto assume un aspetto granuloso, e sia pertanto probabilmente costituito da maggiori quantità di fine sabbietta; pure considerevolmente elevato è il contenuto in anidride fosforica.

I due scisti prelevati poco a monte di Paluzza si discostano da queste più comuni caratteristiche per presentare, l'uno, una maggiore ricchezza di carbonati e di fosforo, ed una particolare povertà di potassa; l'altro, invece, per una più alta percentuale di residuo insolubile e povertà di fosforo.

Conclusioni

Volendo riassumere i risultati più salienti della ricerca compiuta si possono fare le seguenti constatazioni:

La grande formazione argilloscistosa della Carnia, pur attraverso alle numerose ed inevitabili variazioni di composizione e di caratteristiche individuali dei suoi vari componenti, presenta nell'insieme un complesso di caratteristiche chimiche relativamente omogenee.

---

[1]) Si prospetta l'ipotesi che alle volte non tutta l'anidride carbonica presente sia legata al calcio ed al magnesio, ma che siano possibili anche altri legami con cationi diversi, probabilmente quale carbonato ferroso.

tamorfismo, che ha compresso i sedimenti con varia intensità, ed al materiale stesso più o meno sensibile a subire gli effetti di questa compressione.

Di per sè impermeabili, la scistosità e la fessurazione facilita l'infiltrarsi delle acque piovane entro il complesso roccioso compiendovi opera di dissoluzione e talora di ricementazione, come lo attestano le venuzze calcitiche di formazione secondaria.

Poco possiamo dire sul decorso della pedogenesi perchè il più sottile prodotto di disfacimento degli scisti se ne va con le acque di scorrimento lasciando sul posto solo una massa di prevalente sfatticcio continuamente rinnovellantesi. Tuttavia dal complesso di osservazioni due fatti risultano evidenti: la decalcificazione e la maggiore mobilità del ferro rispetto a quella dell'alluminio.

La decalcificazione si manifesta evidente col confronto fra la composizione del terreno e quella degli scisti. Sotto questo riguardo, anzi, si può dedurre la maggiore mobilità dei sali di calcio rispetto a quelli di magnesio, come lo dimostrerebbe la composizione delle vene carbonatiche che attraversano gli scisti, sia quale formazione più antica, di origine tellurica, sia quale deposito più recente di deposizione entro le fessure degli scisti in fase di alterazione, e pertanto connessi con l'alterazione in atto della roccia. Queste vene sono costituite quasi essenzialmente da carbonato di calcio e non posseggono natura dolomitica.

La maggiore mobilità del ferro risulta pure evidente in certi casi dal confronto analitico fra roccia e terreno, come pure dalla presenza delle venuzze limonitiche di deposito secondario (spesso associate alla calcite) che si insinuano lungo i piani di scistosità delle rocce in fase di alterazione. L'interpretazione del fenomeno può essere varia; forse non è pure estraneo il fatto che mentre l'alluminio liberato si riunisce alla silice nella sintesi di nuovi minerali dell'argilla, l'eccesso del ferro rimasto libero ha modo di spostarsi più facilmente nello spessore litologico.

Il colore oscuro dei terreni non sempre è legato alla presenza della sostanza organica; ma può essere impartito da piccoli frammenti di scisti oscuri che costituiscono la massa fondamentale del terreno.

Spesso, inoltre, non v'è rapporto diretto fra colore del terreno e sua ricchezza in sostanza organica. Si sono qui riscontrati nuovi esempi, accanto a quelli da me a suo tempo segnalati [1]), di terreni dotati di tinta vivace, giallastra, pur possedendo cospicue quantità di sostanza organica. E' questo un argomento di studio che mi propongo di affrontare in un prossimo domani onde accertare se il fenomeno

---

[1]) COMEL, A., *Nuove ricerche sulle terre gialle del Friuli.* Boll. della Società Adriatica di Scienze Naturali di Trieste. Vol. XXXV. Udine, 1936.

possa risalire, o comunque essere collegato, alla presenza di considerevoli quantità di quel complesso di sostanze organiche che rientrano nel concetto di acidi fulvici.

Per quanto riguarda la quantità di sostanza organica dei terreni derivati dagli argilloscisti carnici si deve riconoscere che essa è molto minore di quanto lo si sarebbe potuto supporre. Solo verso i 2000 metri di altitudine essa riesce ad affermarsi in modo concreto, sebbene anche qui in modo saltuario.

Non sempre, infine, v'è correlazione diretta fra il terreno e la sottostante massa rocciosa. A causa degli erti versanti montani ed alla morfologia accidentata della superficie, il terreno subisce facilmente degli spostamenti a causa delle acque di scorrimento, per cui spesso può venire a trovarsi in uno stato di trasgressione più o meno pronunciata su di esso.

Si deve altresì a queste acque di scorrimento se talora la massa terrosa più superficiale può presentare una lieve maggiore ricchezza in basi alcalino terrose rispetto al sottosuolo. Esse possono portare in soluzione elementi basici acquistati durante il contatto con terreni e masse rocciose delle zone più elevate dalle quali provengono. E' questo un fenomeno molto diffuso nelle contrade montuose come già ripetutamente ebbi modo di segnalarlo specialmente per le contrade più tipicamente calcaree [1]).

Riguardo agli elementi fertilizzanti possiamo dire che i terreni posseggono una buona riserva di potassa e di fosforo, probabilmente pure in forme discretamente accessibili alle colture. Spetta tuttavia a prove di concimazione accertare l'effetto e l'utilità d'impiego dei concimi fosfopotassici. Maggior bisogno, invece, dovrebbero avere i terreni di calcitazioni, specialmente in tutti quei casi ove l'acidità del suolo raggiunga valori sensibilmente elevati. Giova in proposito ricordare che mentre le rocce (polverizzate) mantengono reazioni varianti fra l'alcalino ed il subacido in relazione al loro, sia pur lieve, contenuto in carbonati, ed alle altre basi alcaline che possono liberare [2]),

---

[1]) Vedi ad esempio: COMEL, A., *Ricerche pedologiche sulla « terre rosse » di Postumia.* Boll. della Società Geologica Italiana. Vol. LV. 1936. Roma.

([2]) Giova in riguardo tener presente che la reazione è stata determinata sulla roccia pestata in mortaio, e pertanto in gran parte ridotta allo stato di polvere, e successivamente stacciata, come i terreni, ad 1 mm.

A causa di questa parziale polverizzazione giunge a contatto coll'acqua un materiale finemente suddiviso e frantumato, e quindi con possibilità di cedere alla soluzione ioni alcalini (derivati da minerali sodico-potassici) in fortissimo eccesso rispetto alle comuni naturali possibiltà.

I valori della reazione così ottenuti ci rivelano pertanto solo uno stato potenziale che praticamente non si raggiunge allo stato naturale delle cose. Per questo

i terreni sono maggiormente esposti ad acquistare esponenti acidi specie ad elevate altitudini.

Nonostante queste, nel loro insieme, buone caratteristiche chimico-pedologiche del complesso argilloscistoso carnico l'ostacolo principale alla valorizzazione agraria di questi terreni è rappresentato dall'esiguo spessore dell'epitelio terroso, dall'esposizione, ed in modo particolare dall'altitudine che vale spesso a porre vaste zone al di sopra dei limiti altimetrici compatibili con lo sviluppo delle principali colture agrarie.

motivo i valori così ottenuti, controllati tanto per via colorimetrica quanto col potenziometro, sono stati racchiusi fra parentesi nelle tabelle di analisi.

Con tutto ciò essi sono ugualmente molto istruttivi in quanto ci dicono che, non ostante questo trattamento, una gran parte di scisti, specialmente quelli di aspetto argilloso, sericeo, possiede reazioni neutro-subacide; altri, invece, e per lo più quelli di aspetto granuloso e ruvidi al tatto e di lapidea consistenza, pur essendo talora privi di carbonati, presentano reazioni nettamente alcaline. Si deduce, pertanto che essi dovrebbero contenere una maggiore quantità di minerali (feldspatici) sodico-potassici che frantumati conferiscono reazione alcalina all'acqua.

A proposito di quest'ultima si avverte che si è adoperato acqua distillata attraverso la quale per 4 ore si è fatta passare una corrente di aria atmosferica naturale purificata attraverso altra acqua distillata, in modo da eliminare ogni eccesso di acido carbonico tanto frequente nelle nostre comuni acque distillate.

Nelle determinazioni analitiche ha validamente collaborato, sotto la mia direzione, il sig. Mario Bertoli.

Composizione chimica di argilloscisti neocarboniferi dell'alta Carnia

Gruppo della Valle del Degano

	1		2	3	
	Comeglians-Valpiceto		Valtions	Valpiceto - Magnanins	
	Roccia	Sfatticcio	Roccia	Roccia	Sfatticcio
Sostanze solubili in acido cloridrico concentrato e bollente:					
Ossido di calcio	11.20	2.74	0.18	7.46	0.48
Ossido di magnesio	2.21	0.81	1.55	4.10	1.23
Ossido di ferro	9.30	11.31	7.62	16.21	9.46
Ossido di alluminio	3.46	4.12	3.12	4.46	3.34
Ossido di potassio	0.12	0.21	0.12	0.12	0.14
Ossido di sodio	0.15	0.15	0.17	0.18	0.17
Anidride silicica	0.20	0.21	0.12	(2.28) +	0.16
Anidride solforica	tr.	0.07	0.06	tr	0.03
Anidride fosforica [1])	0.124	0.91	0.12	0.43	0.10
Anidride carbonica	9.92	1.48	tr	5.06	0.22
Acqua igroscopica	0.49	2.87	0.31	0.18	1.79
Perdita a fuoco (detratte l'acqua igr. e l'an. carb.)	5.28	9.54	4.14	2.22	6.45
Residuo insolubile in acido cloridrico	57.16	65.42	82.37	57.01	76.52
Azoto organico e ammoniacale	—	0.122	—	—	0.140
Reazione (pH)	(9.0)	7.4	(6.0)	(9.0)	7.1

[1]) Solubile in acido nitrico concentrato e bollente.

+ Molto impura per altre sostanze.

COMPOSIZIONE CHIMICA DI ARGILLOSCISTI NEOCARBONIFERI DELL'ALTA CARNIA

Gruppo della Valle del Degano (seguito)

	4	5		6		7
	Rigolato	Rigolato - Ponte di Lans				Sigiletto
	Roccia	Roccia	Terreno	Roccia	Sfatticcio	Roccia
Sostanze solubili in acido cloridrico concentrato e bollente:						
Ossido di calcio . . .	1.10	0.20	1.54	0.32	0.42	0.19
Ossido di magnesio . .	1.24	2.44	1.23	1.09	1.24	0.81
Ossido di ferro . . .	3.49	7.51	5.42	3.65	7.02	3.96
Ossido di alluminio . .	1.88	6.04	6.64	2.68	9.44	2.82
Ossido di potassio . .	0.44	0.71	0.60	0.62	0.76	0.52
Ossido di sodio . . .	0.14	0.14	0.17	0.18	0.16	0.27
Anidride silicica . . .	0.07	0.12	0.12	0.06	0.02	0.10
Anidride solforica . . .	0.01	0.01	0.12	0.01	0.08	tr
Anidride fosforica [1]) . .	0.18	0.17	0.16	0.15	0.11	0.14
Anidride carbonica . . .	1.20	0.00	0.26	tr	0.00	0.00
Acqua igroscopica . . .	0.13	0.46	4.80	0.20	4.23	0.28
Perdita a fuoco (detratte l'acqua igr. e l'an. carb.) . .	2.62	4.31	14.09	2.43	11.63	2.56
Residuo insolubile in acido cloridrico	87.48	77.72	64.49	88.47	64.62	88.49
Azoto organico e ammoniacale	—	—	0.438	—	0.245	—
Reazione (pH)	(8.8)	(6.8)	7.2	(8.8)	6.2	(6.6)

[1]) Solubile in acido nitrico concentrato e bollente.

Composizione chimica di argilloscisti neocarboniferi dell'alta Carnia

Gruppo della Val Morareto

	8	9			10		
	Rio Morareto	Pascoli verso Morareto			Forcella Morareto (Rif. Marinelli)		
	Roccia	Roccia	Suolo	Sottosuolo	Roccia	Suolo	Sottosuolo
Sostanze solubili in acido cloridrico concentrato e bollente:							
Ossido di calcio . . .	0.24	0.20	0.28	0.20	0.21	0.08	0.02
Ossido di magnesio . .	1.47	1.67	0.79	0.82	1.48	0.45	0.44
Ossido di ferro . . .	6.02	7.92	4.24	4.63	6.43	3.48	4.92
Ossido di alluminio . .	4.04	5.06	2.88	2.90	4.62	4.02	5.58
Ossido di potassio . .	0.44	0.72	0.47	0.23	0.36	0.22	0.23
Ossido di sodio . . .	0.10	0.25	0.25	0.05	0.10	0.08	0.06
Anidride silicica . . .	0.14	0.09	0.08	0.12	0.16	0.15	0.14
Anidride solforica . . .	0.05	tr	0.04	tr	0.04	0.18	0.11
Anidride fosforica [1]) . .	0.14	0.17	0.12	0.12	0.14	0.14	0.12
Anidride carbonica . . .	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Acqua igroscopica . . .	0.39	0.63	1.46	0.98	0.56	7.02	4.69
Perdita a fuoco (detratte l'acqua igr. e l'an. carb.) . .	4.11	4.15	6.60	4.60	3.85	28.47	11.06
Residuo insolubile in acido cloridrico	82.68	78.86	82.25	85.25	82.21	55.61	72.77
Azoto organico e ammoniacale	—	—	0.192	0.114	—	0.927	0.385
Reazione (pH)	(6.5)	(6.1)	5.6	6.0	(6.6)	4.4	6.0

[1]) Solubile in acido nitrico concentrato e bollente.

Composizione chimica di argilloscisti neocarboniferi dell'alta Carnia

Gruppo della Valle del But

	11	12	13	14	15	16	17
	Paluzza		M. Tenchia	Letto del But			Muse
	Roccia	Roccia	Roccia	Roccia	Roccia	Roccia	Roccia
Sostanze solubili in acido cloridrico concentrato e bollente:							
Ossido di calcio . . .	2.32	0.12	0.14	0.20	0.33	0.99	0.70
Ossido di magnesio . .	4.40	0.61	1.43	0.91	0.72	0.67	1.33
Ossido di ferro . . .	14.18	3.43	6.58	7.07	4.30	3.45	3.69
Ossido di alluminio . .	10.52	1.96	4.22	3.97	2.03	0.98	2.96
Ossido di potassio . .	0.07	0.12	0.39	0.78	0.52	0.44	0.60
Ossido di sodio . . .	0.18	0.22	0.10	0.12	0.11	0.10	0.11
Anidride silicica . . .	0.08	0.04	0.17	0.12	0.08	0.09	0.27
Anidride solforica . . .	tr	0.02	0.05	tr	tr	tr	0.03
Anidride fosforica [1]) . .	0.51	0.07	0.14	0.17	0.14	0.13	0.18
Anidride carbonica . . .	1.80	0.00	0.00	0.00	0.81	1.16	0.40
Acqua igroscopica . . .	0.23	0.17	0.41	0.29	0.24	0.17	0.19
Perdita a fuoco (detratte l'acqua igr. e l'an. carb.) . .	4.12	1.63	4.04	3.77	3.54	2.90	2.38
Residuo insolubile in acido cloridrico	61.87	91.71	82.10	82.45	86.89	89.06	87.28
Reazione (pH)	(7.5)	(7.1)	(6.2)	(6.9)	(8.9)	(8.9)	(7.2)

[1]) Solubile in acido nitrico concentrato e bollente.